



**PENGARUH PADAT TEBAR, JENIS PAKAN DAN WAKTU PEMBERIAN
PAKAN TERHADAP PERTUMBUHAN DAN SINTASAN
UDANG KAKI PUTIH (*Penaeus vannamei*)**

***The Effect of Stocking Density, Feed Type and Feeding Time on Growth and
Survival Rate of Whiteleg Prawn (*Penaeus vannamei*)***

Farida, A. Masyahoro dan Rusaini

Akuakultur, Fakultas Peternakan dan Perikanan, Universitas Tadulako, Palu, Indonesia

E-mail: rusaini.rusaini@my.jcu.edu.au

ABSTRAK

Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh padat tebar, jenis pakan dan waktu pemberian pakan terhadap pertumbuhan dan sintasan juvenil udang kaki putih (*Penaeus vannamei*) yang dipelihara di tambak ekstensif. Penelitian didesain dalam rancangan petak-petak terbagi (*split-split plot design*) dengan rancangan dasar rancangan acak lengkap (RAL) yang terdiri atas tiga faktor (padat tebar sebagai petak utama, jenis pakan sebagai anak petak, dan waktu pemberian pakan sebagai anak-anak petak), 8 kombinasi perlakuan dengan 3 ulangan sehingga terdapat 24 unit percobaan. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara tiga faktor maupun dua faktor ($P > 0,05$) terhadap pertumbuhan *P. vannamei*. Padat tebar (5 ekor/m³ dan 10 ekor/m³) dan jenis pakan (keong dan jagung) berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap pertumbuhan udang kaki putih, sedangkan waktu pemberian pakan (siang dan malam) tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap pertumbuhan udang kaki putih. Kisaran pertumbuhan mutlak udang kaki putih selama penelitian 2,16-7,03 g/ekor dengan sintasan 60-100%.

Kata kunci: Udang kaki putih, padat tebar, jenis pakan dan waktu pemberian pakan.

ABSTRACT

*The objective of the research was to determine the effect of stocking density, feed type and feeding time on the growth and survival rate of juvenile whiteleg prawn (*Penaeus vannamei*) cultured in an extensive pond. A completely randomized design (CRD) was applied to a split-split plot design with three factor (stocking density as primary factor, feed type as sub-factor, and feeding time as sub-sub factor), giving 8 treatment combinations with 3 replicates (24 experimental units). Analysis of variance did not indicate any significant interaction between the effects of treatments on whiteleg prawn growth of any two or three factors ($P > 0.05$). Both stocking density (5 or 10 prawns/m³) and feed type (snails or corn) had a significant effect ($P < 0.05$) on growth, while the effect of feeding time (day or night) was not significant ($P > 0.05$). Absolute growth of juvenile whiteleg prawn ranged from 2.16 to 7.03 g/prawn with a survival rate range of 60-100%.*

Keyword: whiteleg prawn, stocking density, feed type and feeding time.

PENDAHULUAN

Penurunan produksi udang dua dekade yang lalu diakibatkan oleh serangan penyakit mematikan yang dikenal dengan nama *white spot syndrome* (penyakit bintik putih). Penyakit ini banyak menyerang udang windu (*Penaeus monodon*) yang dibudidayakan dengan padat penebaran tinggi (Yasin, 2013). Menurut Amri *et al.* dalam Yasin (2013), serangkaian penelitian dan percobaan terus dilakukan untuk mempertahankan eksistensi Indonesia sebagai produsen dan eksportir udang dunia, dan akhirnya melalui Surat Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia No. 41/2001, pada tanggal 12 Juli 2001 pemerintah secara resmi melepas *Penaeus vannamei* sebagai varietas unggul untuk dibudidayakan petambak di Indonesia. *Penaeus vannamei* dikenal sebagai udang putih Pasifik (*Pacific white prawn*) atau udang kaki putih (*whiteleg prawn*), merupakan udang budidaya utama di Amerika Serikat, Amerika Latin dan wilayah Karibia (Jory dan Cabrera, 2003). Nama “udang kaki putih” akan digunakan dalam artikel ini mengingat “udang putih” telah dikenal di Indonesia untuk species *Penaeus indicus*.

Karakteristik biologi udang yang dibudidayakan perlu diketahui untuk meningkatkan hasil produksi dan meminimalisir biaya produksi. Sehubungan dengan pakan dan kebiasaan makan, ada 2 sifat dasar yang dimiliki udang penaeid yaitu omnivora dan nokturnal. Menurut Sumeru dan Anna (1992), omnivora adalah hewan pemakan segala, sedangkan nokturnal merupakan sifat hewan yang aktif mencari makan pada malam hari (Suyanto dan Mujiman, 2005).

Kegiatan pengaturan pemberian pakan memerlukan kecermatan, hal ini dikarenakan biaya terbesar dalam produksi udang adalah biaya pakan yang dapat mencapai 50-60% (Widigdo, 2013). Biaya produksi khususnya pakan, dapat diminimalisir dengan memanfaatkan bahan yang murah dan terjangkau seperti jagung (*Zea mays*) bahkan yang merupakan hama di tambak misalnya keong bakau (*Telescopium telescopium*) sebagai pakan udang.

Selain karakteristik biologi dari organisme budidaya, padat tebar juga menjadi faktor penentu dalam keberhasilan suatu produksi udang. Menurut Karuppasamy *et al.* (2013), padat tebar yang berbeda berpengaruh pada pertumbuhan dan sintasan *P. vannamei* di tambak air payau. Oleh karena itu, penelitian dilakukan untuk melihat pertumbuhan dan sintasan udang kaki putih di tambak tradisional (ekstensif) dengan padat tebar, jenis pakan dan waktu pemberian pakan yang berbeda.

BAHAN DAN METODE

Organisme uji yang digunakan adalah udang kaki putih (*P. vannamei*) berjumlah 180 ekor dengan berat $7,0 \pm 0,1$ g yang telah dipelihara selama 1,5 bulan dalam tambak tradisional. Benur udang yang ditebar berasal dari salah satu pembenihan udang kaki putih di Surabaya yang telah melalui pemeriksaan klinis bebas *Taura syndrome virus* (TSV), *white spot syndrome virus* (WSSV), dan *infectious myonecrosis virus* (IMNV).

Wadah pemeliharaan udang berupa petakan waring sebanyak 24 unit, berukuran masing-masing $1 \times 1 \times 1,2$ m³. Pakan yang diberikan pada udang kaki putih adalah jagung atau keong bakau, sesuai perlakuan. Pakan diberikan 2 kali sehari dimana pemberian pakan pada siang hari diberikan jam 06.00 dan jam 12.00, sedangkan pada malam hari diberikan jam 16.00 dan 22.00 dengan takaran masing-masing 10% dari total biomassa.

Penelitian didesain dalam rancangan petak-petak terbagi (*split-split plot design*) dengan rancangan dasar acak lengkap (RAL) yang terdiri atas 3 faktor dan 3 ulangan, yaitu:

A. Petak utama (padat tebar)

A1. Padat tebar 5 ekor/m²

A2. Padat tebar 10 ekor/m²

- B. Anak petak (jenis pakan)
 - B1. Keong bakau (*T.telescopium*)
 - B2. Jagung (*Zea mays*)
- C. Anak-anak petak (waktu pemberian pakan)
 - C1. Siang hari (06.00 dan 12.00)
 - C2. Malam hari (16.00 dan 22.00)

Adapun 8 kombinasi perlakuan yang diperoleh adalah sebagai berikut:

- 1) Padat tebar 5 ekor/m² yang diberi pakan jagung pada siang hari
- 2) Padat tebar 5 ekor/m² yang diberi pakan jagung pada malam hari
- 3) Padat tebar 10 ekor/m² yang diberi pakan jagung pada siang hari
- 4) Padat tebar 10 ekor/m² yang diberi pakan jagung pada malam hari
- 5) Padat tebar 5 ekor/m² yang diberi pakan keong bakau pada siang hari
- 6) Padat tebar 5 ekor/m² yang diberi pakan keong bakau pada malam hari
- 7) Padat tebar 10 ekor/m² yang diberi pakan keong bakau pada siang hari
- 8) Padat tebar 10 ekor/m² yang diberi pakan keong bakau pada malam hari

Peubah yang diamati adalah pertumbuhan mutlak dan sintasan. Uji sebaran data pertumbuhan mutlak dilakukan berdasarkan plot Anderson-Darling dengan menggunakan Program Minitab 12. Selanjutnya dilakukan analisis ragam (ANOVA) menggunakan Program Microsoft Excel 2007. Data sintasan dan kualitas air disajikan dalam bentuk tabel dan dianalisis secara deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan

Pertumbuhan mutlak udang kaki putih (*Penaeus vannamei*) pada berbagai kombinasi perlakuan padat tebar, jenis pakan dan waktu pemberian pakan yang berbeda di tambak ekstensif berada pada kisaran 2,16-7,03 g/ekor (Tabel 1). Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara tiga faktor yaitu padat tebar, jenis pakan dan waktu pemberian pakan (ABC) maupun dua faktor yaitu antara padat tebar dengan jenis pakan (AB), antara padat tebar dan waktu pemberian pakan (AC) dan antara jenis pakan dengan waktu pemberian pakan (BC) terhadap pertumbuhan udang kaki putih ($P > 0,05$). Menurut Masyahoro & Mappiratu (2010), nilai interaksi menunjukkan kemampuan kombinasi faktor yang terlibat untuk mempengaruhi pertumbuhan mutlak.

Tabel 1. Rata-rata pertumbuhan mutlak (g/ekor) udang kaki putih (*Penaeus vannamei*) pada masing-masing perlakuan selama penelitian.

Kombinasi perlakuan	Rata-rata pertumbuhan mutlak \pm SD (g/ekor)
A ₁ B ₁ C ₁	7,03 \pm 0,21
A ₁ B ₁ C ₂	6,79 \pm 0,05
A ₁ B ₂ C ₁	5,45 \pm 0,32
A ₁ B ₂ C ₂	5,37 \pm 0,34
A ₂ B ₁ C ₁	5,17 \pm 0,38
A ₂ B ₁ C ₂	4,88 \pm 0,46
A ₂ B ₂ C ₁	2,16 \pm 0,24
A ₂ B ₂ C ₂	3,38 \pm 1,83

Padat tebar (A) berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap pertumbuhan udang kaki putih (Tabel 2). Menurut Karuppasamy *et al.* (2013), padat tebar yang berbeda berpengaruh pada pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang kaki putih di tambak air payau. Pertumbuhan mutlak pada perlakuan A_1 (6,14 g/ekor) lebih tinggi jika dibandingkan dengan perlakuan A_2 (3,90 g/ekor). Hal ini disebabkan oleh adanya persaingan dalam ruang gerak dan konsumsi oksigen pada A_2 yang berdampak pada melambatnya pertumbuhan. Menurut Cholikh *et al.* dalam Putri dan Susilowati (2013), padat tebar berdampak pada persaingan terhadap ruang gerak, kebutuhan makanan dan kondisi lingkungan yang dapat mempengaruhi pertumbuhan.

Tabel 2. Rata-rata pertumbuhan mutlak udang kaki putih (*Penaeus vannamei*) pada petak utama.

Padat tebar	Rata-rata pertumbuhan \pm SD (g/ekor)
5 ekor/m ³ (A_1)	6,16 \pm 0,82
10 ekor/m ³ (A_2)	3,90 \pm 1,51

Jenis pakan (B) berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap pertumbuhan udang kaki putih (Table 3). Menurut Jory dan Cabrera (2012), udang ini dianggap sebagai salah satu udang budidaya dari keluarga penaeid yang paling omnivora. Pertumbuhan mutlak udang kaki putih lebih tinggi pada perlakuan B_1 (5,97 g/ekor) dibandingkan dengan perlakuan B_2 (4,07 g/ekor). Hal ini terjadi karena kandungan protein keong bakau lebih tinggi, 45,36% (Ardani *dalam* Hamsiah *et al.*, 2002) dibanding dengan kandungan protein jagung, 7,09% (Arianingrum *dalam* Riandani, 2013). Lebih lanjut menurut Alexander *et al.* (1979), rata-rata berat kering dari keong bakau mengandung 75% protein dan 5,8% karbohidrat, sedang Gracia *et al.* (2009) menyatakan bahwa dalam bentuk tepung, jagung mengandung 8,85% protein dan 88,23% karbohidrat. Udang kaki putih membutuhkan 40% protein dalam pakannya pada stadia post larva dan membutuhkan 30% protein pada stadia juvenil (Colvin & Brand *dalam* Sumeru & Anna, 1992). Menurut Effendi (1997), kelebihan input energi dan protein yang berasal dari pakan, memicu pertambahan jaringan dari pembelahan sel secara mitosis sehingga terjadi pertumbuhan.

Tabel 3. Rata-rata pertumbuhan mutlak udang kaki putih (*Penaeus vannamei*) pada anak petak.

Janis pakan	Rata-rata pertumbuhan \pm SD (g/ekor)
Keong Bakau (B_1)	5,97 \pm 1,03
Jagung (B_2)	4,09 \pm 1,66

Waktu pemberian pakan (C) tidak berpengaruh nyata ($P > 0,05$) terhadap pertumbuhan mutlak udang kaki putih. Hal ini mungkin disebabkan oleh kebiasaan makan udang kaki putih, yang berbeda dengan udang penaeid lainnya. Sebagian besar udang penaeid aktif mencari makan di malam hari dan membenamkan diri pada siang hari (Hindley & Boddeke *dalam* Robertson *et al.*, 1993), tetapi udang kaki putih aktif pada siang dan juga malam hari dan biasanya tidak membenamkan diri atau menguburkan diri pada siang hari (Perez-Farfante; Wickham & Minkler; Boddeke *dalam* Robertson *et al.*, 1993).

Kemungkinan lainnya adalah sifat bawaan (nokturnal) udang budidaya telah hilang karena faktor pembiasaan. Sifat nokturnal yang aktif mencari makan di malam hari merupakan sifat alamiah udang di alam namun tidak berlaku pada udang uji. Udang uji benurnya berasal dari hatchery yang pengelolaan pemberian pakannya dilakukan pada siang dan malam hari. Sehingga udang tidak hanya aktif mencari makan pada malam hari saja, tetapi juga pada siang hari.

Sintasan

Sintasan juvenil udang kaki putih yang dipelihara di tambak tradisional berkisar antara 60-100% (Tabel 4). Padat tebar 5 ekor/m³, jenis pakan keong dan waktu pemberian pakan pada siang hari merupakan satu-satunya kombinasi yang mencapai sintasan 100%, sedangkan sintasan terendah tercatat 60% terdapat pada kombinasi padat tebar 10 ekor/m³, jenis pakan jagung dan pemberian pakan pada malam hari. Udang kaki putih yang pelihara dalam sistem ekstensif dengan padat tebar yang lebih rendah, diberi pakan dengan kandungan protein yang lebih tinggi dengan waktu pemberian pakan pada siang hari memiliki sintasan yang lebih tinggi dari pada udang yang dipelihara pada padat tebar yang lebih tinggi, diberi pakan yang mengandung protein lebih rendah dengan pemberian pakan pada malam hari.

Tabel 4. Sintasan udang kaki putih (*Penaeus vannamei*) pada masing-masing perlakuan selama penelitian.

Kombinasi perlakuan	Sintasan (%)
A ₁ B ₁ C ₁	100,0
A ₁ B ₁ C ₂	95,0
A ₁ B ₂ C ₁	95,0
A ₁ B ₂ C ₂	80,0
A ₂ B ₁ C ₁	72,5
A ₂ B ₁ C ₂	62,5
A ₂ B ₂ C ₁	65,0
A ₂ B ₂ C ₂	60,0

Jika dilihat sebagai faktor tunggal, maka sintasan udang yang dipelihara pada padat tebar 5 ekor/m³ (92,5%) lebih tinggi dibanding udang yang dipelihara dengan padat tebar 10 ekor/m³ (65,0%). Udang yang diberi pakan keong bakau dengan kandungan protein yang lebih tinggi memiliki sintasan yang lebih tinggi (82,5%) dari pada udang yang diberi pakan jagung (75,0%). Demikian pula, sintasan udang yang diberi pakan pada siang hari lebih tinggi (83,1%) dibanding udang yang diberi pakan pada malam hari (74,4%). Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa sintasan juvenile udang kaki putih yang dipelihara pada sistem ekstensif terkait dengan padat tebar, jenis pakan, dan waktu pemberian pakan.

Kualitas Air

Kualitas air adalah semua karakteristik fisika, kimia, biologi dan estetika air yang mempengaruhi penggunaannya. Dalam akuakultur, setiap karakteristik dari air dalam sistem produksi (budidaya) yang mempengaruhi sintasan, reproduksi, pertumbuhan, produksi dari species budidaya, mempengaruhi pengambilan keputusan dalam pengelolaan, yang menyebabkan dampak terhadap lingkungan, atau mereduksi kualitas dan keamanan produk dapat dimasukkan sebagai variable kualitas air (Boyd & Tucker, 1998). Dalam literatur terdapat ratusan variabel kualitas air, tetapi hanya beberapa variable kualitas air yang sering dipertimbangkan dalam kegiatan budidaya (Boyd, 2015) seperti suhu, pH, salinitas, oksigen terlarut dan amonia (Tabel 5).

Suhu mungkin merupakan variable kualitas air sangat penting, baik secara langsung maupun tidak langsung mempengaruhi semua variable kualitas air lainnya, produktivitas alami dari sistem akuatik dan species budidaya (Boyd & Tucker, 1998; Boyd, 2012). Kisaran suhu selama penelitian berkisar antara 24-33°C. Suhu terendah pada pagi hari

mencapai 24°C, sedangkan suhu tertinggi pada siang hari mencapai 33°C. Suhu tersebut masih berada pada kisaran yang layak bagi pertumbuhan dan kelangsungan hidup organisme uji. Menurut Van Wyk & Scarpa (1999), udang dapat bertahan hidup pada kisaran suhu yang lebar. Batas bawah suhu lethal berada pada 15°C, meskipun udang dapat bertahan hidup pada suhu yang lebih rendah dalam periode yang singkat. Batas atas suhu lethal untuk udang kaki putih berada pada 35°C dalam waktu yang lama, atau sampai 40°C untuk periode yang singkat. Udang dapat bertahan hidup pada suhu di bawah 24°C dan di atas 32°C, di luar dari kisaran tersebut, udang akan mengalami stress dan tidak akan tumbuh dengan baik. Suhu optimum untuk pertumbuhan maksimal berada pada kisaran yang lebih sempit, 28-32°C. Menurut Haliman dan Adijaya (2005), kisaran suhu optimal untuk pertumbuhan udang adalah 26-32°C.

Tabel 5. Variabel kualitas air media pemeliharaan udang kaki putih (*Penaeus vannamei*) selama penelitian

Variabel Kualitas Air	Waktu Pengukuran	Kisaran
Suhu (°C)	Pagi	24-26
	Siang	29-33
	Malam	25-28
pH	Sore	7-9
Salinitas (ppt)	Pagi	7
Oksigen terlarut (mg/L)	Pagi	3,80 -7,88
Amonia (mg/L)	Pagi	0,04- 2,59

Kisaran pH media pemeliharaan selama penelitian berkisar 7-9. Hal yang tidak jauh berbeda diperoleh oleh Karupphasamy *et al.* (2013) selama penelitian ditambah budidaya udang (7,2- 8,5). Menurut Widigdo (2013), kisaran pH yang ideal untuk proses metabolisme udang adalah 7,5-8,5. Menurut Swingle dan Mount *dalam* Boyd (1982), air dengan pH 9-9,5 untuk waktu yang lama akan menyebabkan reproduksi dan pertumbuhan menurun. Kondisi air pada wadah penelitian yang basa hingga mencapai angka 9 tidak berlangsung lama dan terus menerus, hanya didapati dalam satu kali pengukuran. Menurut Boyd & Tucker (1998), aktivitas tumbuhan air, bakteri, dan organisme budidaya dapat menyebabkan perubahan pH secara diurnal (harian). Nilai pH yang tinggi (>9) dapat terjadi secara temporer (sementara) pada permukaan air tambak budidaya saat fotosintesis berlangsung dengan cepat.

Salinitas pada awal dan akhir penelitian stabil pada 7 ppt. Nilai salinitas tersebut masih dapat ditolerir oleh udang kaki putih. Menurut Saoud *at el. dalam* Suwoyo dan Mangampa (2010), udang kaki putih mampu mentolerir kisaran salinitas yang lebar berkisar 0,5-60 ppt. Salinitas yang rendah ini terjadi akibat adanya penambahan air tawar pada media budidaya yang bersumber dari sungai. Penambahan air tawar merupakan alternatif untuk memenuhi kebutuhan air tambak, saat suplai air tidak dapat dipenuhi dari air pasang (laut).

Oksigen terlarut pada media pemeliharaan udang kaki putih berkisar 3,80-7,88 mg/L. Kadar oksigen terlarut tersebut masih pada kisaran yang layak bagi pertumbuhan dan kelangsungan hidup udang kaki putih. Menurut Widigdo (2013), kadar oksigen ideal untuk budidaya udang adalah antara 4 mg/L pada pagi hari dan mendekati tingkat jenuh (7-9 mg/L) pada siang hari. Swingle *dalam* Boyd (1982) menyatakan bahwa oksigen terlarut dapat mematikan pada konsentrasi <1 mg/L jika paparan berlangsung lebih dari beberapa jam, sedangkan pada konsentrasi 1-5 mg/L organisme perairan mampu bertahan hidup, tetapi reproduksi terhambat dan pertumbuhan lambat jika paparan terus berlangsung. Reproduksi dan pertumbuhan akan normal bila konsentrasi oksigen >5 mg/L.

Amonia di perairan berasal dari pupuk, kotoran ikan dan dari dekomposisi senyawa nitrogen oleh mikroba (Boyd, 1982). Produksi amonia berbanding lurus dengan tingkat pemberian pakan dan juga berkaitan dengan ukuran ikan, padat tebar dan tingkat pergerakan air (Poxton. 2003). Amonia pada awal penelitian jauh lebih tinggi daripada akhir penelitian. Kadar amonia pada awal penelitian yaitu 2,59 mg/L, sedangkan pada akhir penelitian 0,04 mg/L. Perbedaan ini disebabkan oleh pengelolaan air tambak, dimana pada awal tebar hingga benih udang mencapai umur 1,5 bulan tidak dilakukan pergantian air. Pergantian air dilakukan hanya setelah udang budidaya dipelihara lebih dari 1,5 bulan. Menurut Widigdo (2013), amonia bebas biasanya bersifat toksik pada konsentrasi $\geq 0,6$ -2 mg/L di kolom air budidaya. Boyd (2012) menyatakan bahwa konsentrasi lethal amonia terhadap ikan air hangat dan krustase untuk waktu paparan 24-96 jam berkisar antara 0.4 dan 2.0 mg/L. Lebih lanjut dijelaskan bahwa toleransi organisme akuatik terhadap amonia bervariasi menurut species, kondisi fisiologis dan faktor lingkungan.

PENUTUP

Padat tebar, pemberian pakan tambahan dan waktu pemberian pakan memerlukan perhatian dalam budidaya udang. Padat tebar yang lebih rendah memberikan pertumbuhan dan kelangsungan hidup yang lebih tinggi dibanding padat tebar yang lebih tinggi. Pemanfaatan bahan yang murah, terjangkau bahkan dianggap sebagai hama di tambak, tetapi memiliki kandungan protein yang cukup tinggi untuk memenuhi kebutuhan udang budidaya seperti keong bakau (*Telescopium telescopium*) dapat dijadikan sebagai pakan tambahan untuk meningkatkan pertumbuhan dan sintasan, serta menimalisir biaya produksi pada budidaya udang sistem ekstensif. Meskipun udang penaeid pada umumnya bersifat nokturnal, tetapi udang kaki putih dapat memanfaatkan pakan baik pada siang hari maupun pada malam hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Alexander, C.G., R.L. Cutler, D. Yellowless, 1979. Studies on The Composition and Enzyme Content of The Crystalline Style of *Telescopium telescopium* L. Comparative Biochemistry and Physiology, 64: 83-89.
- Boyd, C.E., 1982. Water Quality Management for Pond Fish Culture. Elsevier Scientific Publishing Company. New York.
- Boyd, C. E. and C. S. Tucker, 1998. Pond Aquaculture Water Quality Management. Kluwer Academic Publishers. Boston.
- Boyd, C.E., 2012. Water Quality, in: J.S. Lucas, P.C. Southgate (Eds.), Aquaculture: Farming Aquatic Animals and Plants, second ed. Blackwell Publishing Ltd. Chichester, pp. 52-83.
- Boyd, C.E., 2015. Water Quality: An Introduction, Second Edition, Springer. New York.
- Effendi, M.I., 1997. Biologi Perikanan. Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta.
- Gracia, C.L.C., 2009. Kajian Formulasi Biskuit Jagung dalam rangka Substitusi Tepung Terigu. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan, XX:32-40.
- Haliman, R.W., D. Adijaya., 2005. Udang Vannamei. Penebar Swadaya. Jakarta
- Hamsiah, D. Djokosetiyanto., E.M. Adiwilaga., K. Nirmala, 2002. Peran Keong Bakau, *Telescopium telescopium* L., sebagai Biofilter dalam Pengelolaan Limbah Budidaya Tambak Udang Intensif. Jurnal Akuakultur Indonesia, 1: 57-63.
- Jory, D and T. Cabrera, 2003. Marine Prawn, in: J.S. Lucas, P.C. Southgate (Eds.), Aquaculture: Farming Aquatic Animal and Plants. Fishing News Book. Oxford, pp. 382-419.

- Jory, D and T. Cabrera, 2012. Marine Prawn. In: J.S. Lucas, P.C. Southgate (Eds.), Aquaculture: Farming Aquatic Animal and Plants, second ed. Blackwell Publishing Ltd. Chichester, pp. 476-513.
- Karuppasamy, A., V. Mathivanan., Selvisabhanayakam, 2013. Comparative Growth Analysis of *Litopenaeus vannamei* in Different Stocking at Different Farms of The Kottakudi Estuary, South East Coast of India. International Journal of Fisheries and Aquatic Studies, 1: 40-44.
- Masyahoro, A dan Mappiratu, 2010. Respon Pertumbuhan pada Berbagai Kedalaman Bibit dan Umur Panen Rumput Laut *Eucheuma Cottonii* di Perairan Teluk Palu. 2: 104-111.
- Poxton, M., 2003. Water Quality, in: J.S. Lucas, P.C. Southgate (Eds.), Aquaculture: Farming Aquatic Animal and Plants. Fishing News Book. Oxford, pp. 47-73.
- Putri, Y. S., dan Susilowati, 2013. Pengaruh Padat Penebaran terhadap Kelulushidupan dan Pertumbuhan Udang Vanname (*Litopenaeus vannamei*) serta Produksi Biomassa Rumput Laut (*Gracilaria* sp.) pada Budidaya Polikultur. Journal of Aquaculture Management and Technology, 2 (3): 12-19.
- Riandani, M. 2013. Nasi Jagung Instan Berprotein sebagai Makanan Pokok Alternatif untuk Penderita Diabetes Melitus. Food Science and Culinary Education Journal, 2: 10-16.
- Robertson, L., A. L. Lawrence., F. L. Castille, 1993. Pengaruh Frekuensi Pemberian Pakan dan Waktu Makan Terhadap Pertumbuhan *Penaeus vannamei* (Boone), 24: 1-6.
- Sumeru, S.U., S. Anna. 1992. Pakan Udang Windu (*Penaeus monodon*). Kanisius. Yogyakarta.
- Suwoyo, H.S dan M. Mangampa, 2010. Aplikasi Probiotik dengan Konsentrasi Berbeda pada Pemeliharaan Udang Vannamei (*Litopenaeus vannamei*). Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur, pp. 239-247
- Suyanto, S.R dan A. Mujiman, 2005. Budidaya Udang Windu. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Van Wyk, P. and J. Scarpa, 1999. Water quality requirements and management. In: P. Van Wyk, M. Davis-Hodgkins, R. Laramore, K.L. Main, J. Mountain and J. Scarpa. Farming Marine Shrimp in Recirculating Freshwater Systems. Harbor Branch Oceanographic Institution, Florida.
- Widigdo, B., 2013. Bertambak Udang dengan Teknologi Biocrete. Buku Kompas. Jakarta.
- Yasin, M. 2013. Prospek Usaha Budidaya Udang Organik secara Polikultur. Jurnal Ilmiah AgriBA, 1: 86- 99.